

22/02  
463

PCT/EP 0 0 / 0 8 0 8 5

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/049732

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EPO - Munich  
62

01. Dez. 2000

EP 000 080 85

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

4 #6

Aktenzeichen:

199 39 130.0

REC'D 15 DEC 2000

WIPO

PCT

Anmeldetag:

18. August 1999

Anmelder/Inhaber:

Zexel GmbH, Weiterstadt/DE

Erstanmelder: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Axialkolbentriebwerk mit einem stufenlos verstellbaren  
Kolbenhub

IPC:

F 01 B, F 25 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. November 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Weihmayr

09.08.99 km

5

ROBERT BOSCH GMBH; D-70442 Stuttgart

10 Axialkolbentriebwerk mit einem stufenlos verstellbaren  
Kolbenhub

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Axialkolbentriebwerk mit einem stufenlos verstellbaren Kolbenhub nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

20 Es ist bekannt, Axialkolbentriebwerke mit einem stufenlos verstellbaren Kolbenhub, insbesondere für Kraftfahrzeugklimaanlagen einzusetzen, und zwar als Kältemittelverdichter.

25 Eine Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs besitzt im wesentlichen einen Kältemittelverdichter, einen ersten Wärmeübertrager, einen sogenannten Verdampfer, einen zweiten Wärmeübertrager, einen sogenannten Verflüssiger oder Gaskühler bei überkritischen Prozessen, ein Expansionsorgan und Rohrleitungen, die die Bauteile miteinander verbinden. Der Kältemittelverdichter hat die Aufgabe, ein Kältemittel aus dem Verdampfer anzusaugen, in dem das Kältemittel auf niedrigem Druckniveau unter Wärmeaufnahme verdampft, und auf einen höheren Druck zu verdichten. Im zweiten Wärmeübertrager kann das Kältemittel anschließend die Wärme auf einem höheren Druck- und Temperatur-

30

niveau abgeben und erfährt in dem Expansionsorgan wieder eine Drosselung auf ein Druckniveau des Verdampfers. Es entsteht ein geschlossener Kreisprozeß.

5 Die Leistung des Kältemittelverdichters kann über eine Antriebsdrehzahl und besonders energetisch günstig bei Axialkolbentriebwerken über den Kolbenhub stufenlos verstellbar ausgeführt werden. Bekannte Axialkolbentriebwerke bzw. Axialkolbenverdichter für Kraftfahrzeugklimaanlagen besitzen eine  
10 über eine Riemenscheibe angetriebene Antriebswelle. In einem Kurbelraum ist eine Schrägscheibe drehfest und verkipppbar über ein Gelenk auf der Antriebswelle gelagert. Die Schrägscheibe treibt zumindest einen, in einem Zylinder bewegbaren Kolben an. Zur Aufnahme von Zug- und Druckbelastungen ist je-  
15 der Kolben über zwei Gelenksteine mit der Schrägscheibe verbunden, und zwar jeweils mit einem Gelenkstein an der dem Kolben zugewandten und an der dem Kolben abgewandten Lauffläche der Schrägscheibe. Die Gelenksteine laufen mit ihren Planflächen auf den Laufflächen der Schrägscheibe mit voller  
20 Umfangsgeschwindigkeit bei überlagerter radialer Bewegung, wodurch sich eine elliptische Laufbahn ergibt. Die Gelenksteine liegen mit ihren gewölbten Oberflächen in ausgeformten kugelschaligen Lagern der Kolben, in denen während des Be-  
triebs eine vergleichsweise kleine Relativbewegung vorliegt.

25 Ferner kann die Schrägscheibe, anstatt lediglich über Gelenksteine, zusätzlich über eine Taumelscheibe mit den Kolben verbunden sein. Die Taumelscheibe ist entweder an einem Gehäuse oder über Kolbenstangen gegenüber der Antriebswelle  
30 verdrehgesichert. Eine Lagerung zwischen der Schrägscheibe und der Taumelscheibe nimmt die gesamte Relativbewegung auf. Die Taumelscheibe führt aufgrund der rotierenden Schrägscheibe nur eine Taumelbewegung aus.

Der Kolbenhub und damit die Leistung des Axialkolbenverdichters wird über den Grad des Kippwinkels der Schrägscheibe eingestellt. Bei einem großen Kippwinkel entsteht ein großer Kolbenhub und eine hohe Leistung, bei einem kleinen Kippwinkel entsteht ein kleiner Kolbenhub und eine niedrige Leistung. Der Kippwinkel der Schrägscheibe wird in der Regel durch zwei Anschläge auf einen minimalen und einen maximalen Wert begrenzt. Gewöhnlich sind ein bis zwei Führungsstifte notwendig, um die Kippbewegung definiert zu führen und ein Verklemmen zu vermeiden. Die Kippbegrenzungen bzw. die Anschläge können in den Führungsstiften integriert sein.

Wird bei der Verstellung des Kippwinkels von einem maximalen Wert auf einen kleineren Wert ein oberer Totpunkt des Kolbens in Richtung Schrägscheibe im Zylinder verschoben, kann bereits komprimiertes Gas nicht vollständig ausgeschoben werden. Die in das Gas eingebrachte Kompressionsenergie kann nicht für den Kühlprozeß genutzt werden. Es entsteht ein sogenannter Schadraum zwischen dem Kolben und einer Ventilplatte am Zylinder, der zu einem Energieverlust führt. Um den Schadraum zu vermeiden und den oberen Totpunkt der Kolben beizubehalten, ist die Schrägscheibe zusätzlich gegen eine vorgespannte Druckfeder axial verschiebbar gelagert. Die Schrägscheibe wird in der Regel über Anschläge in axialer Richtung begrenzt.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Axialkolbentriebwerk besitzt eine Antriebswelle und einen radialen Lagersitz für eine Schrägscheibe, der zur Längsrichtung einen ersten Kippwinkel aufweist. Auf dem Lagersitz ist eine Schrägscheibe in einem Kur-

belraum mit einer zur Senkrechten der Schrägscheibe um einen zweiten Kippwinkel verkippten Lagerbohrung gelagert. Die Schrägscheibe ist antriebsmäßig mit zumindest einem, in einem Zylinder bewegbaren Kolben verbunden. Um den Kippwinkel und  
5 dadurch den Kolbenhub und die Leistung einstellen zu können, ist die Schrägscheibe mit einer Regeleinrichtung über einen Winkelbereich auf dem Lagersitz verdrehbar.

10 Es wird vorgeschlagen, daß die Verdrehbewegung von einem maximalen resultierenden Kippwinkel zu einem minimalen resultierenden Kippwinkel mit einer axialen Hubbewegung der Schrägscheibe in Richtung des Kolbens und von dem minimalen resultierenden Kippwinkel zu dem maximalen resultierenden Kippwinkel von einer axialen Hubbewegung in die vom Kolben  
15 abgewandte Richtung überlagert ist. Auf die Schrägscheibe wirkende Kippmomente können über große Lagerflächen auf der Antriebswelle vorteilhaft abgestützt werden. Ein Klemmen wird vermieden und es kann eine lange Lebensdauer des Axialkolben-triebwerks erreicht werden. Ferner wird durch die axiale Hub-  
20 bewegung ermöglicht, einen durch die Kippbewegung verursachten Schadraum zu vermeiden oder zu minimieren. Der obere Totpunkt des Kolbens kann in der Zylinderlaufbahn erhalten, Verluste können vermieden und das Axialkolbentriebwerk kann insbesondere vorteilhaft bei Klimaanlageanlagen als Verdichter verwendet werden. Der Verdichter kann als reiner Schrägscheibenver-  
25 dichter oder als Taumelscheibenverdichter ausgeführt sein. Ferner kann die erfindungsgemäße Lösung bei Getrieben, Hydraulikpumpen usw. angewendet werden.

30 Die axiale Hubbewegung kann auf verschiedene, dem Fachmann als geeignet erscheinende Methoden erreicht werden, beispielsweise über einen axial verfahrenen Stellkolben usw. Besonders vorteilhaft ist jedoch die Schrägscheibe über ein

Gewinde mit der Antriebswelle verbunden, das aus der Verdrehbewegung der Schrägscheibe die zusätzliche axiale Hubbewegung erzeugt. Mit geringem Aufwand kann über eine bestimmte Gewindesteigung ein gewünschter Zusammenhang zwischen der Verdrehbewegung und der axialen Hubbewegung hergestellt werden. Die Gewindesteigung wird vorteilhaft so gewählt, daß bei einem Verdrehwinkel von  $180^\circ$  die Schrägscheibe um die Hälfte eines maximalen Kolbenhubs axial verschoben wird. Der obere Totpunkt des Kolbens in der Zylinderlaufbahn bleibt erhalten und ein Schadraum und Energieverluste werden vermieden.

Ferner kann die Schrägscheibe aufgrund einer Gewindehemmung besonders unempfindlich gegenüber Schwingungen und Stößen in axialer und radialer Richtungen sowie gegenüber Drehmoment-schwankungen ausgeführt werden. Das Gewinde ist vorzugsweise in radialen Flächen eingebracht, kann jedoch auch in axialen Flächen eingebracht sein, beispielsweise in der Form von einem Ringkeil und einem Gegenringkeil usw. Ferner kann das Gewinde ein- oder mehrgängig ausgeführt werden. Mit einem mehrgängigen Gewinde kann vorteilhaft sicher gestellt werden, daß trotz einer großen Steigung des Gewindes, die Schrägscheibe bei minimalem und maximalem Kippwinkel über den Umfang an mehr wie einer Stelle sicher über das Gewinde mit der Antriebswelle verbunden ist. Das Gewinde kann in einem auf der Antriebswelle befestigten zusätzlichen Bauteil eingebracht sein, beispielsweise in einem Schrägzyylinder. In einer Ausgestaltung wird vorgeschlagen, daß das Gewinde an die Antriebswelle angeformt ist. Zusätzliche Bauteile, Montageaufwand und Kosten können eingespart werden. Um eine besonders einfache Montage zu ermöglichen und beim Verstellvorgang den Maßenmittelpunkt der sich verstellenden Teile entlang einer gewünschten Achse verschieben zu können, und zwar insbesondere ent-

lang der Wellenachse, ist die Schrägscheibe vorteilhaft auf einer axial verschiebbaren Hülse verdrehbar gelagert.

Die Regeleinrichtung besitzt zumindest eine Stelleinheit, mit der die Schrägscheibe über eine Stellkraft verkippt und axial verschoben werden kann. Die Stelleinheit kann teilweise von den Kolben gebildet sein, indem durch Variation einer Gasdruckdifferenz zwischen der Oberseite des Kolbens und der Unterseite des Kolbens im Kurbelraum eine Stellkraft erzeugt wird, die die Schrägscheibe gegen eine Gegenkrafteinrichtung verstellt. Die Gegenkrafteinrichtung kann von einer Druckfeder oder vorteilhaft von einer Torsionsfeder gebildet sein, die direkt über ein Drehmoment auf die Schrägscheibe wirkt und dadurch leichter und möglicherweise kostengünstiger als eine Druckfeder ausgeführt werden kann.

Ferner ist möglich, daß die Regeleinrichtung eine vom Kolben getrennte Stelleinheit aufweist, über die die Schrägscheibe verstellbar ist. Mit einer von dem Kolben getrennten Stelleinheit kann ein von den Betriebspunkten unabhängig großer Regelbereich erreicht werden. Strömungsverluste zwischen der Oberseite des Kolbens und dem Kurbelraum können reduziert werden. Ferner kann das Axialkolbentriebwerk mit einem geringen Druck im Kurbelraum betrieben werden. Ein Leakagestrom von Kältemittel aus dem Kurbelraum durch Wellenabdichtungen nach außen ist etwa proportional dem Druck im Kurbelraum. Mit einem geringen Druck kann eine aufwendige Abdichtung des Kurbelraums vermieden und ein geringer Leakagestrom erreicht werden. Dies ist insbesondere bei Kältemitteln mit hohen absoluten Drücken von Vorteil, bei denen im allgemeinen für eine Regelung über eine Gasdruckdifferenz am Kolben hohe Drücke im Kurbelraum erforderlich sind. Bei einem geringen Druck ist ferner die Löslichkeit des Kältemittels einer Klimaanlage in

einem Schmierstoff des Verdichters gering, wodurch eine hohe Viskosität beibehalten werden kann.

5      Ferner wirkt sich positiv auf die Viskosität aus, daß mit einer separaten Stelleinheit ein Aufheizen des Schmierstoffs durch ein von der Hochdruckseite des Kolbens erwärmtes Gas vermieden werden kann. Mit einer hohen Viskosität kann eine geringe Reibung zwischen hochbelasteten Gleitpaaren auf der Schrägscheibe und zwischen den Kolben und den Zylindern erreicht werden, was zu einer hohen Lebensdauer und einer hohen Zuverlässigkeit beiträgt.

10      Mit einer vom Kolben getrennten Stelleinheit ist kein bestimmter Druck im Kurbelraum zur Regelung erforderlich, wodurch von einem Verdampfer Kältemittel durch den Kurbelraum  
15      in den Zylinder geführt werden kann. Der Kurbelraum kann dadurch gekühlt, eine zusätzliche Ansaugkammer auf der Oberseite des Kolbens kann vermieden und Bauraum kann eingespart werden. Ferner kann ein meist großes Volumen des Kurbelraums  
20      zur Dämpfung von Gaspulsationen genutzt werden.

25      Die Stelleinheit kann elektrisch, pneumatisch oder vorteilhaft hydraulisch angetrieben sein. Mit Hydraulikflüssigkeit kann eine vorteilhafte Schwingungsdämpfung erreicht und ein besonders schwingungsunempfindliches Axialkolbentriebwerk geschaffen werden. Die Stelleinheit kann direkt mit einem Drehmoment und/oder mit einer axialen Stellkraft auf die Schrägscheibe wirken. Eine axial wirkende Stelleinheit kann besonders leicht abgedichtet und kostengünstig ausgeführt  
30      werden. Bei einer mit einem Drehmoment auf die Schrägscheibe wirkenden Stelleinheit, wirkt das Stellmoment direkt in Richtung der Verdrehbewegung der Schrägscheibe, wodurch mit einem kleinen Stellmoment und mit einer kleinen und platzsparenden



Stelleinheit die Schrägscheibe verkippt und axial verschoben werden kann.

Die hydraulische Stelleinheit kann von einer vom geförderten Medium des Kolbens unabhängigen Hydraulikeinheit mit Drucköl versorgt sein, beispielsweise vorteilhaft von einer in einem Kraftfahrzeug bereits vorhandenen Hydraulikeinheit. Zusätzliche Bauteile können eingespart und ein von den Betriebspunkten des Axialkolbentriebwerks unabhängiger großer Regelbereich kann erreicht werden. Ferner ist kein Druckaufbau beim Anfahren des Axialkolbentriebwerks für die Regelung erforderlich, beispielsweise durch einen minimalen Kippwinkel von  $2^\circ$ . Ein lastfreies Anfahren des Axialkolbentriebwerks wird ermöglicht und das Starten beispielsweise einer das Axialkolbentriebwerk antreibenden Brennkraftmaschine wird erleichtert.

Mit einem dem Verdichter auf der hochdruckseite nachgeschalteten Ölabscheider kann ein guter Wärmeübergang in den Wärmeübertragern sichergestellt und ein hoher Wirkungsgrad einer Klimaanlage erreicht werden. Ferner kann der Ölabscheider besonders günstig dazu genutzt werden, die hydraulische Stelleinheit mit Drucköl zu versorgen. Das Drucköl aus dem Ölabscheider ist betriebspunktabhängig mit Druck beaufschlagt. Ist ein hohes Verstellmoment erforderlich, liegt im Ölabscheider ein hoher Druck vor, ist ein kleines Verstellmoment erforderlich, liegt ein kleiner Druck vor.

In einer Ausgestaltung wird vorgeschlagen, die hydraulische Stelleinheit über einen Abfluß mit dem Kurbelraum zu verbinden, wodurch besonders günstig der Ölabscheider und die Stelleinheit dazu genutzt werden können, den Schmierstoff zurück in den Kurbelraum zu fördern. Hierbei kann ein Zufluß vom Ölabscheider zur Stelleinheit und/oder der Abfluß von der

Stelleinheit zum Kurbelraum regelbar ausgeführt sein. Der un-  
geregelte Teil wird vorteilhaft von einer Drosselstelle ge-  
bildet.

5

### Zeichnung

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbe-  
schreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der  
Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und  
die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination.  
Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln  
betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammen-  
fassen.

10

15

Es zeigen:

- Fig. 1 ein Axialkolbentriebwerk bei maximalem Kolben-  
hub im Schnitt,
- 20 Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II in  
Fig. 1,
- Fig. 3 ein Axialkolbentriebwerk nach Fig. 1 bei mini-  
malem Kolbenhub im Schnitt,
- Fig. 4 einen Schnitt entlang der Linie IV-IV in Fig.  
25 3,
- Fig. 5 ein Axialkolbentriebwerk mit einer hydrauli-  
schen Stelleinheit,
- Fig. 6 einen Schnitt entlang der Linie VI-VI in Fig.  
5,
- 30 Fig. 7 eine Prinzipskizze einer hydraulischen Rege-  
lung und
- Fig. 8 einen Ausschnitt einer Variante nach Fig. 2.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt ein Axialkolbentriebwerk für eine Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs, das als Verdichter arbeitet. Das Axialkolbentriebwerk besitzt eine Antriebswelle 10 mit einem Lagersitz 14 für eine Schrägscheibe 16, der zur Längsrichtung 20 einen ersten Kippwinkel 22 aufweist (Fig. 2). Auf dem Lagersitz 14 ist in einem Kurbelraum 24 die Schrägscheibe 16 mit einer zur Senkrechten 26 der Schrägscheibe 16 um einen zweiten Kippwinkel 28 verkippten Lagerbohrung 30 gelagert. Die Schrägscheibe 16 ist antriebsmäßig über halbkugelförmige Gelenksteine 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92 mit vier in Zylindern 36, 38, 40, 42 geführten Kolben 44, 46, 48, 50 verbunden (Fig. 3 u. 4). Zur Aufnahme von Zug- und Druckbelastungen ist jeder Kolben 44, 46, 48, 50 über zwei Gelenksteine 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92 mit der Schrägscheibe 16 verbunden, und zwar jeweils über einen Gelenkstein 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92 mit einer den Kolben 44, 46, 48, 50 zugewandten und mit einer den Kolben 44, 46, 48, 50 abgewandten Lauffläche 94, 96 der Schrägscheibe 16. Die Gelenksteine 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92 laufen mit ihren Planflächen auf den Laufflächen 94, 96 der Schrägscheibe 16 mit voller Umfangsgeschwindigkeit bei überlagerter radialer Bewegung, wodurch sich eine elliptische Laufbahn ergibt. Die Gelenksteine 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92 liegen mit ihren gewölbten Oberflächen in ausgeformten kugelschaligen Lagern 98, 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112 der Kolben 44, 46, 48, 50, in denen während des Betriebs eine vergleichsweise kleine Relativbewegung vorliegt.

Um den Kolbenhub und damit die Leistung des Axialkolbentriebwerks stufenlos einstellen zu können, ist die Schrägscheibe 16 mit einer Regeleinrichtung 32 über einen Winkelbereich auf

dem Lagersitz 14 verdrehbar. Sind der Lagersitz 14 und die Lagerbohrung 30 in gleicher Richtung geneigt, addieren sich die Kippwinkel 22, 28 zu einem maximalen resultierenden Kippwinkel 52 (Fig. 2), sind der Lagersitz 14 und die Lagerbohrung 30 in entgegengesetzter Richtung geneigt, subtrahieren sich die Kippwinkel 22, 28 zu einem minimalen resultierenden Kippwinkel 54 (Fig. 4). Der minimal resultierende Kippwinkel 54 beträgt ca. 2°, um beim Anfahren des Axialkolbentriebwerks einen Druckaufbau sicherzustellen.

Erfindungsgemäß ist die Verdrehbewegung von dem maximalen resultierenden Kippwinkel 52 zu dem minimalen resultierenden Kippwinkel 54 von einer axialen Hubbewegung 56 der Schrägscheibe 16 in Richtung der Kolben 44, 46, 48, 50 und von dem minimalen resultierenden Kippwinkel 54 zu dem maximalen resultierenden Kippwinkel 52 von einer axialen Hubbewegung 116 in die vom Kolben 44, 46, 48, 50 abgewandte Richtung überlagert (Fig. 1-4). Die Schrägscheibe 16 ist über ein Gewinde 58 mit der Antriebswelle 10 verbunden, das aus der Verdrehbewegung der Schrägscheibe 16 die zusätzliche Hubbewegung 56, 116 erzeugt. Das Gewinde 58 ist an die Antriebswelle 10 angeformt und besitzt eine Steigung, daß bei einem Verdrehwinkel von 180° die Schrägscheibe 16 um die Hälfte eines maximalen Kolbenhubs 60 axial verschoben ist und ein oberer Totpunkt 114 der Kolben 44, 46, 48, 50 in der Zylinderlaufbahn erhalten bleibt (Fig. 2 u. 4). Die Hubbewegung 56, 116 und die Verdrehbewegung der Schrägscheibe 16 ist durch auf der Antriebswelle 10 befestigten Anschlagplatten 120, 122 begrenzt, über die die Antriebswelle 10 in axialer Richtung über Axiallager 160 und Laufscheiben 168 an einem Deckel 162 und an einem Gehäuse 164 des Axialkolbentriebwerks abgestützt ist. Radial ist die Antriebswelle 10 über zwei Radiallager 166 im Deckel 162 und im Gehäuse 164 gelagert.

Die Regeleinrichtung 32 besitzt eine teilweise von den Kolben 44, 46, 48, 50 gebildete Stelleinheit. Durch Variation einer Gasdruckdifferenz zwischen der Oberseite 118 der Kolben 44, 46, 48, 50 und der Unterseite der Kolbens 44, 46, 48, 50 im Kurbelraum 24 wird mit nicht näher dargestellten Kanälen und Regelventilen eine Stellkraft erzeugt (Fig. 1), die die Schrägscheibe 16 gegen eine Gegenkrafteinrichtung verstellt. Die Gegenkrafteinrichtung wird von vier vorgespannten Torsionsfedern 62, 64, 66, 68 gebildet. Die Torsionsfedern 62, 64, 66, 68 stützen sich an den Anschlagplatten 120, 122 der Schrägscheibe 16 ab und wirken über nicht näher dargestellte Anschläge auf die Schrägscheibe 16. Wird die Schrägscheibe 16 vom maximalen resultierenden Kippwinkel 52 auf den minimalen resultierenden Kippwinkel 54 verstellt, werden die Torsionsfedern 62, 64, 66, 68 weiter vorgespannt. Wird die Schrägscheibe 16 vom minimalen resultierenden Kippwinkel 54 auf den maximalen resultierenden Kippwinkel 52 verstellt, werden die Torsionsfedern 62, 64, 66, 68 entspannt. Zwischen dem maximalen und dem minimalen resultierenden Kippwinkel 52, 54 kann die Schrägscheibe 16 auf beliebige Kippwinkel stufenlos eingestellt werden. Die Schrägscheibe 16 wird an einer gekippten Mittelachse verschoben, wodurch sich in den Extremlagen eine leichte Exzentrizität der Schrägscheibe ergibt. Eine Unwucht in den Extremlagen kann vorteilhaft durch Ausgleichsmassen vermieden werden.

Fig. 8 zeigt einen Ausschnitt einer Variante nach Fig. 1 mit einer Antriebswelle 170. Auf der Antriebswelle 170 ist eine Hülse 178 axial verschiebbar und drehfest gelagert. Die Hülse 178 besitzt einen Lagersitz 14, auf dem eine Schrägscheibe 174 mit einer Lagerbohrung 30 verdrehbar gelagert ist. Die Schrägscheibe 174 ist auf der Hülse 178 über Wälzlager 182, 184, 186 axial und radial abgestützt und ist über eine Kupp-

lung 176 mit einer Mutter 180 gekoppelt, die über ein Gewinde 172 mit der Antriebswelle 170 verbunden ist. Hinsichtlich der Verstellfunktion kann im wesentlichen auf die Beschreibung zu dem Ausführungsbeispiel in Fig. 1 bis 4 verwiesen werden.

5 Demgegenüber kann die Schrägscheibe 174 jedoch besonders einfach montiert und ferner kann durch eine entsprechende Ausgestaltung der Hülse 178 der Massenmittelpunkt der sich verstellenden Teile entlang der Wellenachse geführt werden.

10 Fig. 5 zeigt ein Axialkolbentriebwerk mit einer Regeleinrichtung 34, die eine von den Kolben 44, 46, 48, 50 getrennte hydraulische Stelleinheit 70 aufweist. Im wesentlichen gleichbleibende Bauteile sind in den dargestellten Ausführungsbeispielen grundsätzlich mit den gleichen Bezugszeichen bezif-  
15 fert. Die Stelleinheit 70 besitzt ein in einem Gehäuse 124 gelagertes Rad 126 mit zwei Flügeln 128, 130 (Fig. 6), die mit zwei Flügeln 132, 134 am Gehäuse 124 vier Kammern 136, 138, 140, 142 bilden. Um eine Schrägscheibe 18 auf einer Antriebswelle 12 zu verdrehen, werden die zwei Kammern 142, 138  
20 mit Ölhochdruck über eine axiale und eine radiale Bohrung 144, 146 in der Antriebswelle 12 und über eine radiale Bohrung 148 im Rad 126 beaufschlagt. Das Rad 126 ist auf der Antriebswelle 12 befestigt, während das Gehäuse 124 relativ zum Rad 126 drehbar gelagert ist, über ein Verbindungselement 150  
25 ein Drehmoment auf die Schrägscheibe 18 ausübt und die Schrägscheibe 18 gegen die vorgespannten Torsionsfedern 66, 68 verstellt. Das Verbindungselement 150 greift in eine Ausnehmung 152 der Schrägscheibe 18, ist in axialer Richtung relativ zur Schrägscheibe 18 verschiebbar und liegt über den  
30 gesamten Verstellbereich an der Schrägscheibe 18 an.

Die Stelleinheit 70 wird von einem den Zylindern 36, 38, 40, 42 nachgeschalteten Ölabscheider 72 über einen Zufluß 76 mit

Drucköl versorgt und ist über einen Abfluß 74 mit dem Kurbelraum 24 verbunden (Fig. 7). Das vom Öl getrennte Kühlmittel wird vom Ölabscheider 72 auf eine Niederdruckseite der Klimaanlage befördert, wie mit Pfeil 154 angedeutet. Der Zufluß 76 vom Ölabscheider 72 zur Stelleinheit 70 und der Abfluß 74 aus der Stelleinheit 70 in den Kurbelraum 24 ist jeweils über ein Ventil 156, 158 regelbar. Ferner wäre möglich, ein Ventil 156 oder 158 durch eine feste Drosselstelle zu ersetzen.

10

-----

09.08.99 km

ROBERT BOSCH GMBH; D-70442 Stuttgart

5

Bezugszeichen

10	Antriebswelle	58	Gewinde
12	Antriebswelle	60	Kolbenhub
14	Lagersitz	62	Torsionsfeder
16	Schrägscheibe	64	Torsionsfeder
18	Schrägscheibe	66	Torsionsfeder
20	Längsrichtung	68	Torsionsfeder
22	Kippwinkel	70	Stelleinheit
24	Kurbelraum	72	Ölabscheider
26	Senkrechten	74	Abfluß
28	Kippwinkel	76	Zufluß
30	Lagerbohrung	78	Gelenkstein
32	Regeleinrichtung	80	Gelenkstein
34	Regeleinrichtung	82	Gelenkstein
36	Zylinder	84	Gelenkstein
38	Zylinder	86	Gelenkstein
40	Zylinder	88	Gelenkstein
42	Zylinder	90	Gelenkstein
44	Kolben	92	Gelenkstein
46	Kolben	94	Lauffläche
48	Kolben	96	Lauffläche
50	Kolben	98	Lager
52	Kippwinkel	100	Lager
54	Kippwinkel	102	Lager
56	Hubbewegung	104	Lager



106 Lager	162 Deckel
108 Lager	164 Gehäuse
110 Lager	166 Lager
112 Lager	168 Laufscheiben
114 Oberer Totpunkt	170 Antriebswelle
116 Hubbewegung	172 Gewinde
118 Oberseite	174 Schrägscheibe
120 Anschlagplatte	176 Kupplung
122 Anschlagplatte	178 Hülse
124 Gehäuse	180 Mutter
126 Rad	182 Wälzlager
128 Flügel	184 Wälzlager
130 Flügel	186 Wälzlager
132 Flügel	
134 Flügel	
136 Kammer	
138 Kammer	
140 Kammer	
142 Kammer	
144 Bohrung	
146 Bohrung	
148 Bohrung	
150 Verbindungselement	
152 Ausnehmung	
154 Pfeil	
156 Ventil	
158 Ventil	
160 Axiallager	

-----

09.08.99 km

ROBERT BOSCH GMBH; D-70442 Stuttgart

5

### Ansprüche

- 10 1. Axialkolbentriebwerk mit einem stufenlos verstellbaren  
Kolbenhub, das eine Antriebswelle (10, 12, 170) und einen La-  
gersitz (14) für eine Schrägscheibe (16, 18, 174) besitzt,  
der zur Längsrichtung (20) einen ersten Kippwinkel (22) auf-  
weist, auf dem die Schrägscheibe (16, 18, 174) in einem Kur-  
15 belraum (24) mit einer zur Senkrechten (26) der Schrägscheibe  
(16, 18, 174) um einen zweiten Kippwinkel (28) verkippten La-  
gerbohrung (30) gelagert und zur Einstellung des Kolbenhubs  
mit einer Regeleinrichtung (32, 34) über einen Winkelbereich  
verdrehbar ist und mit mindestens einem mit der Schrägscheibe  
20 (16, 18, 174) antriebsmäßig verbundenen, in einem Zylinder  
(36, 38, 40, 42) bewegbaren Kolben (44, 46, 48, 50), dadurch  
gekennzeichnet, daß die Verdrehbewegung von einem maximalen  
resultierenden Kippwinkel (52) zu einem minimalen resultie-  
renden Kippwinkel (54) von einer axialen Hubbewegung (56) der  
25 Schrägscheibe (16, 18, 174) in Richtung des Kolbens (44, 46,  
48, 50) und von dem minimalen resultierenden Kippwinkel (54)  
zu dem maximalen resultierenden Kippwinkel (52) von einer  
axialen Hubbewegung (116) in die vom Kolben (44, 46, 48, 50)  
abgewandte Richtung überlagert ist.

30

2. Axialkolbentriebwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägscheibe (16, 18, 174) über ein Gewinde (58, 172) mit der Antriebswelle (10, 12, 170) wirkverbunden ist, das aus der Verdrehbewegung der Schrägscheibe (16, 18, 174) die zusätzliche axiale Hubbewegung (56) erzeugt.

3. Axialkolbentriebwerk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewinde (58, 172) an die Antriebswelle (10, 12, 170) angeformt ist.

4. Axialkolbentriebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Verdrehwinkel von  $180^\circ$  die Schrägscheibe (16, 18, 174) um die Hälfte eines maximalen Kolbenhubs (60) axial verschoben ist.

5. Axialkolbentriebwerk nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägscheibe (174) auf einer axial verschiebbaren Hülse (178) verdrehbar gelagert ist.

6. Axialkolbentriebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung (32) eine Gegenkrafteinrichtung mit zumindest einer auf die Schrägscheibe (16, 174) wirkende, vorgespannte Torsionsfeder (62, 64, 66, 68) aufweist.

7. Axialkolbentriebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung (34) eine vom Kolben (44, 46, 48, 50) getrennte Stelleinheit (70) aufweist.

8. Axialkolbentriebwerk nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stelleinheit (70) hydraulisch angetrieben ist.

5 9. Axialkolbentriebwerk nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Stelleinheit (70) von einer vom geförderten Medium des Kolbens (44, 46, 48, 50) unabhängigen Hydraulikeinheit mit Drucköl versorgt ist.

10 10. Axialkolbentriebwerk nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Stelleinheit (70) von einem dem Zylinder (36, 38, 40, 42) nachgeschalteten Ölabscheider (72) mit Drucköl versorgt ist.

15 11. Axialkolbentriebwerk nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Stelleinheit (70) über einen Abfluß (74) mit dem Kurbelraum (24) verbunden ist und ein Zufluß (76) vom Ölabscheider (72) zur Stelleinheit (70) und/oder der Abfluß (74) von der Stelleinheit (70) zum Kurbelraum (24) regelbar sind.

20

09.08.99 km

ROBERT BOSCH GMBH; D-70442 Stuttgart

5

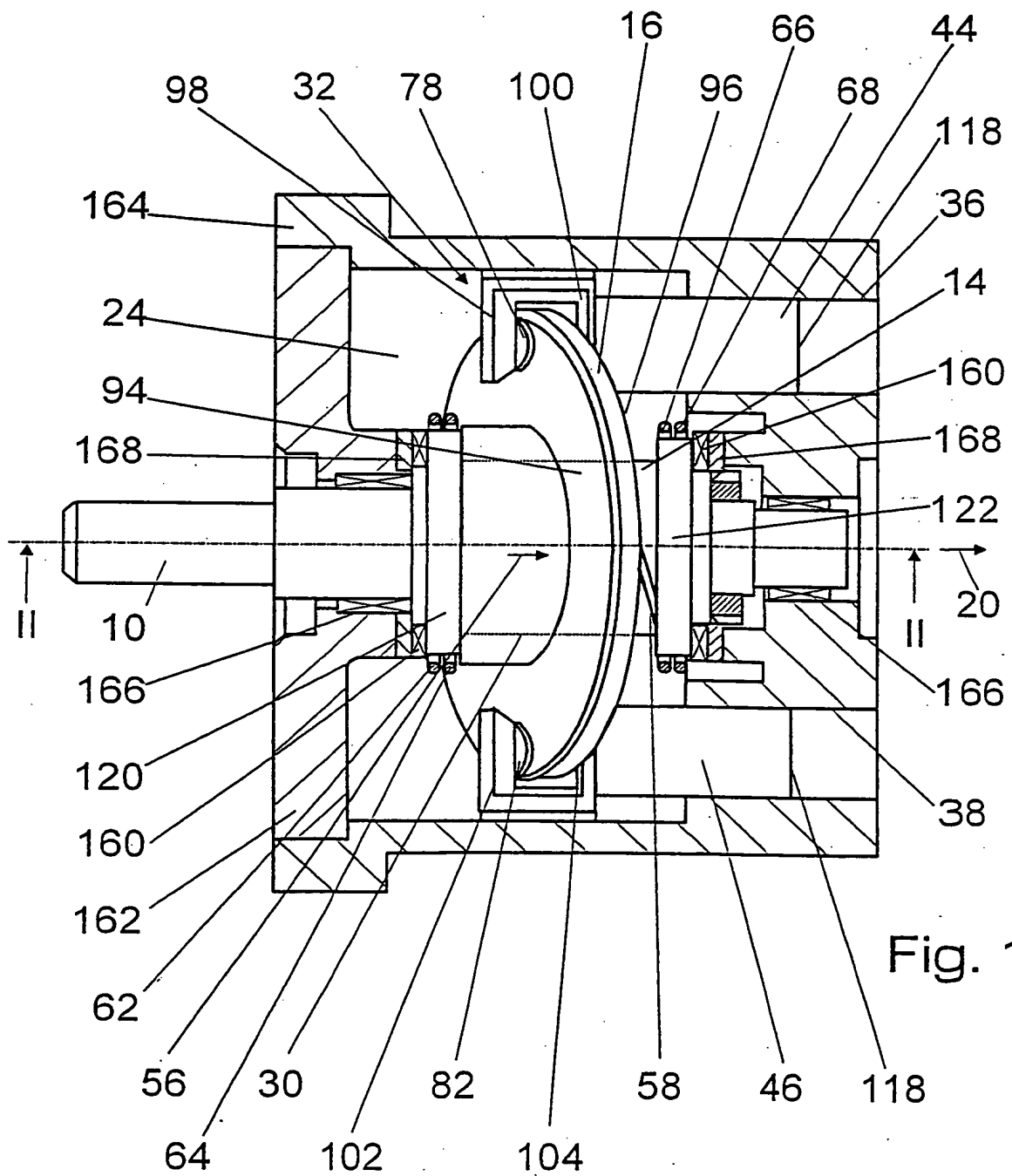
Axialkolbentriebwerk mit einem stufenlos verstellbaren  
Kolbenhub

Zusammenfassung

10

Die Erfindung geht aus von einem Axialkolbentriebwerk mit einem stufenlos verstellbaren Kolbenhub, das eine Antriebswelle (10, 12, 170) und einen Lagersitz (14) für eine Schrägscheibe (16, 18) besitzt, der zur Längsrichtung (20) einen ersten Kippwinkel (22) aufweist, auf dem die Schrägscheibe (16, 18, 174) in einem Kurbelraum (24) mit einer zur Senkrechten (26) der Schrägscheibe (16, 18, 174) um einen zweiten Kippwinkel (28) gekippten Lagerbohrung (30) gelagert und zur Einstellung des Kolbenhubs mit einer Regeleinrichtung (32, 34) über einen Winkelbereich verdrehbar ist und mit mindestens einem mit der Schrägscheibe (16, 18, 174) antriebsmäßig verbundenen, in einem Zylinder (36, 38, 40, 42) bewegbaren Kolben (44, 46, 48, 50).

Es wird vorgeschlagen, daß die Verdrehbewegung von einem maximalen resultierenden Kippwinkel (52) zu einem minimalen resultierenden Kippwinkel (54) von einer axialen Hubbewegung (56) der Schrägscheibe (16, 18, 174) in Richtung des Kolbens (44, 46, 48, 50) und von dem minimalen resultierenden Kippwinkel (54) zu dem maximalen resultierenden Kippwinkel (52) von einer axialen Hubbewegung (116) in die vom Kolben (44, 46, 48, 50) abgewandte Richtung überlagert ist.  
(Fig. 2)





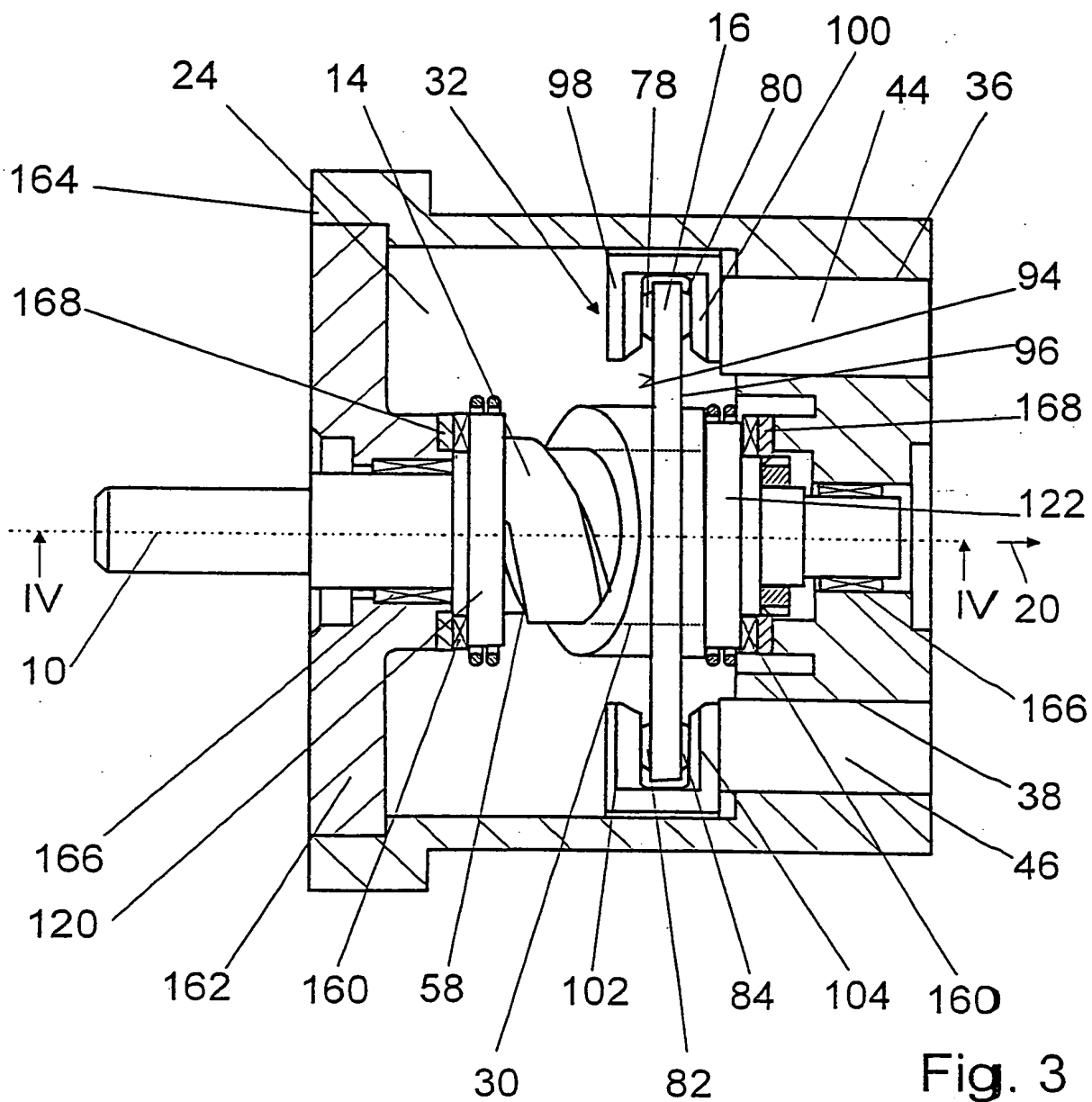


Fig. 3



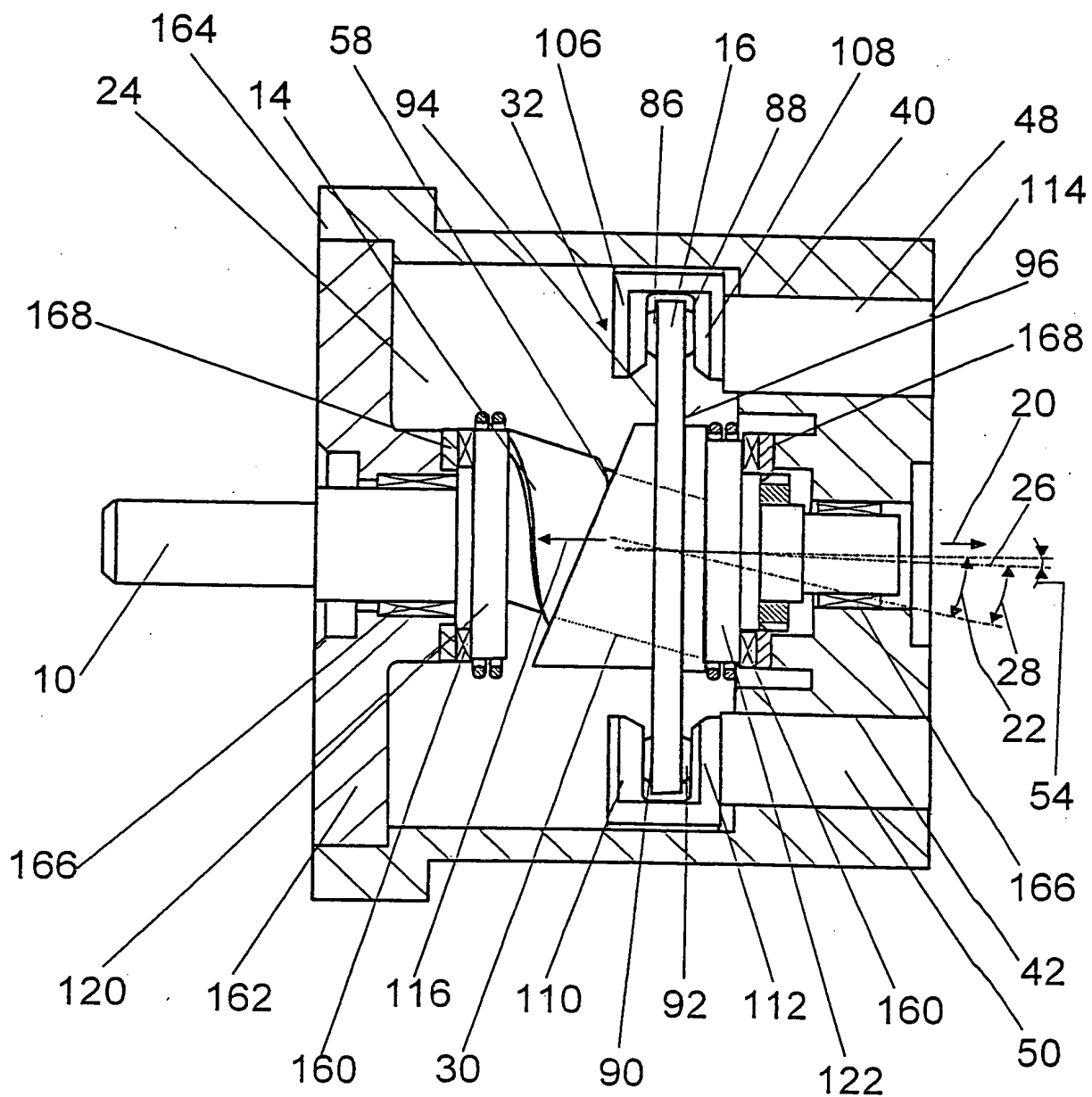
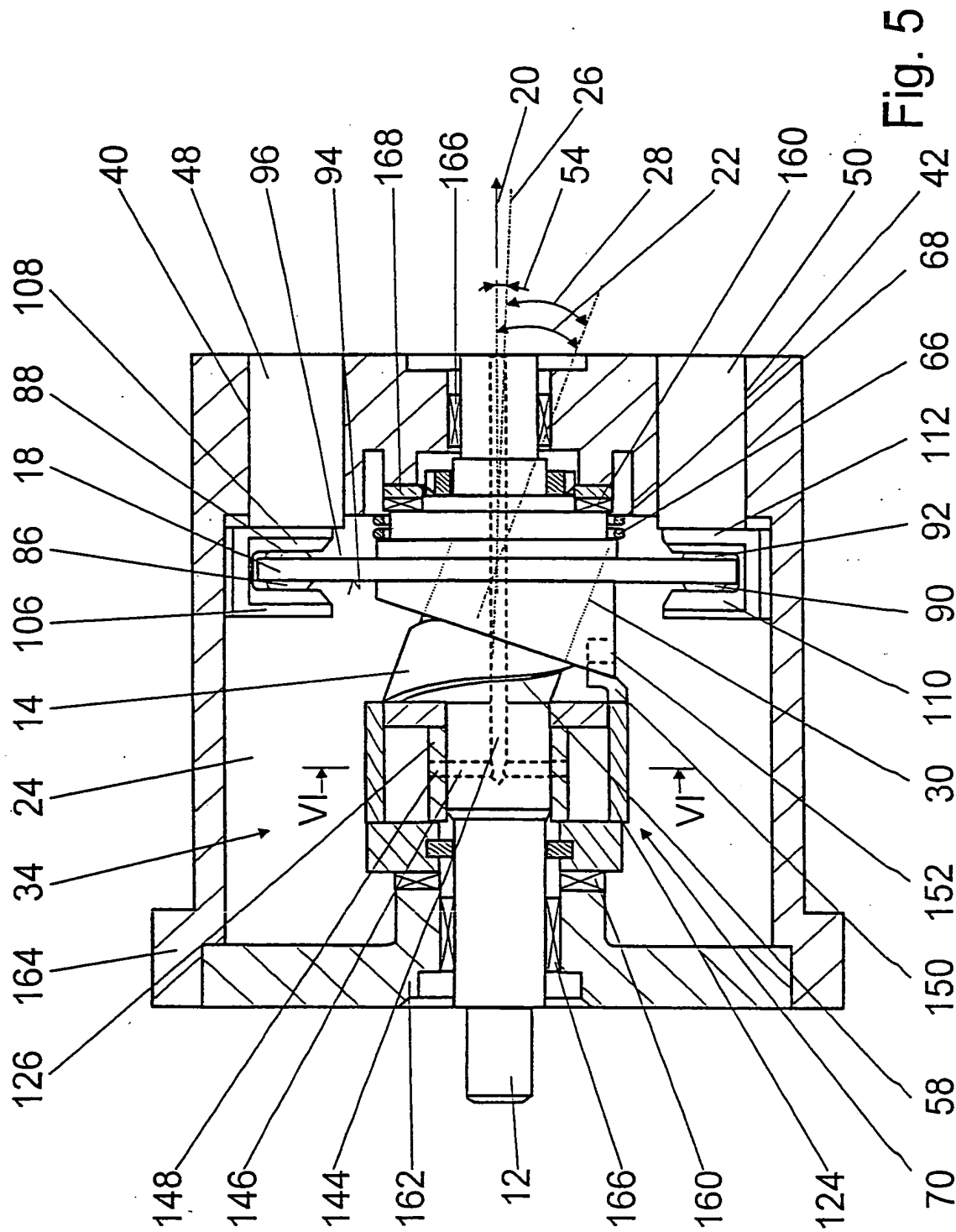


Fig. 4



6 / 7

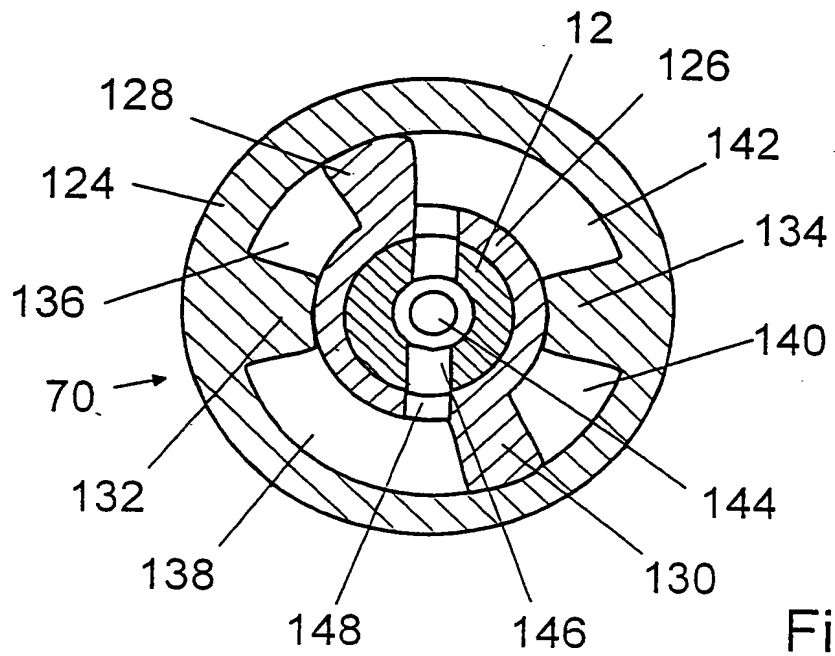


Fig. 6

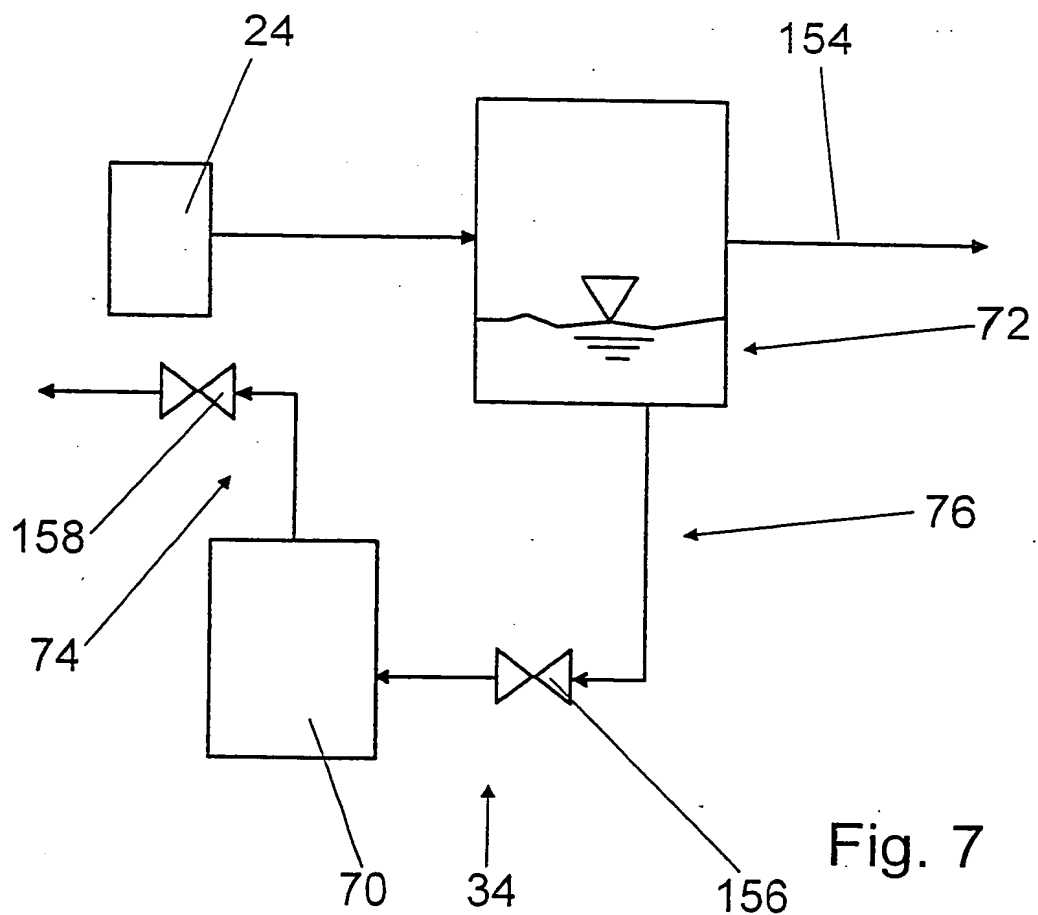


Fig. 7

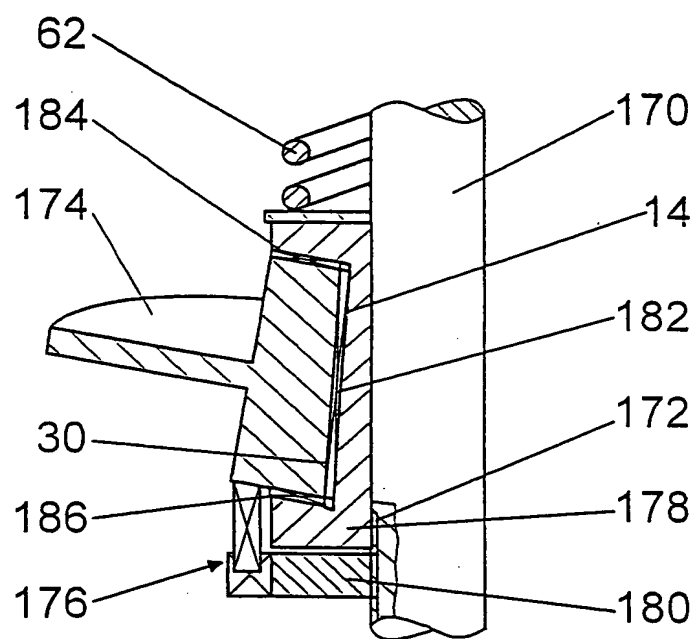


Fig. 8